仕　様　書

1　購入品目

透過電子顕微鏡

2　数量

1 式

3　装置の構成及び機能・性能

本装置は大きく分類して、透過電子顕微鏡、エネルギー分散形 X 線分析装置、ウルトラミクロトーム、ディンプルグラインダー、排気装置、冷却水循環装置から構成される。本機器を用いて電子線を薄膜試料に照射し、その透過電子線及び回折電子線よりナノレベルでの微細組織解析を行う。工業材料内でも、特にポリマー、セラミックス、金属を対象として測定する。

4　装置の仕様

（1）透過電子顕微鏡(Transmission Electron Microscopy, TEM)

ア　電子銃

（ア） TEM 分解能：格子像で 0.10nm、粒子像で 0.25nm、またはそれより優れていること。また、その値は画質改善・分解能改善等のソフトウエアを使用しないものであること

（イ） 電子銃タイプ：LaB_6 直流加熱方式(最大観察加速電圧 300kV 以上)又はショットキー電界放出型（最大観察加速電圧 200kV 以上）であること

（ウ） 加速（照射）電圧：最大観察加速電圧が 300kV 以上の場合、300kV かつ 100kV と 200kV またはそれを含む複数の加速電圧での観察が可能であること。最大観察加速電圧が 300kV 未満の場合、100kV と 200kV、またはそれを含む複数の加速電圧での観察が可能であること

（エ） TEM 倍率：フィルムカメラ位置における倍率で 200～1,500,000 倍 の範囲あるいはそれ以上の範囲で可変可能であること

（オ） プローブ電流：ショットキー電界放出型の電子銃の場合、プローブサイズ 1nm で 0.5nA 以上であること

（カ） 走査透過電子線像観察装置（STEM 装置）：最大加速電圧 200kV の場合、STEM 装置が付属していること。走査透過電子線像観察時に明視野、暗視野、高分解能 STEM、高角散乱環状暗視野(HAADF)での観察が可能であること

（キ） STEM 分解能：最大加速電圧 200kV の場合、走査透過電子線像観察時の格子像分解能（STEM 分解能）が 0.2nm か、それより優れていること

イ　照射系

（ア） レンズ構成：多段集束（コンデンサー）レンズ方式であること

（イ） 収束レンズ絞り機構：可動かつ数段（開放を除き 4 段以上）の切り替えが可能であること

（ウ） レンズ非点補正：操作盤上で可能であること

（エ） プローブ（スポット）サイズ：1～200nm の範囲あるいはそれ以上の範囲において多段切り替えが可能であること。うち、TEM モードでは 4 段以上の多段切り替えが可能であること

（オ） TEM 観察、制限視野回折、EDS 分析、収束電子線回折、微小領域電子線回折が可能な照射モードが用意されていること。これらの切り替えが操作盤上で可能であること

（カ） 明視野像・暗視野像の切り替えが操作盤上か PC モニター上、あるいはその両方で可能であること

（キ） 収束電子線回折における収束角：10mrad 以上の収束が可能であること

ウ　結像系

（ア） レンズ構成：多段レンズ方式であること

（イ） 焦点合わせ：ヴォブラ式でかつ操作盤上で調整可能であること

（ウ） 対物レンズ絞り：可動かつ数段（開放を除き 4 段以上）の切り替えが可能であること

（エ） 対物レンズ非点補正：操作盤上で可能であること

（オ） 制限視野絞り：可動かつ数段（開放を除き 4 段以上）の切り替えが可能であること

（カ） ディフラクション非点補正：操作盤上で可能であること

（キ） 照射系あるいは結像系､もしくはその両方で EDS 分析時のバックグラウンド X 線を軽減するための措置が施されていること（EDS 分析専用の絞りが組み込まれているなど）

エ　電子線回折

（ア） カメラ長：250～2000mm の間またはそれ以上の範囲で可変であること。これらの変更が操作盤上で可能であること

オ　試料室

（ア） 2 軸傾斜ホルダーが装備されていること

（イ） 試料傾斜角：「４（１）オ（ア）2 軸傾斜ホルダー」使用時、α及びβ方向において±30°以上であること。また、これらの最大傾斜角が試料のどの位置でも可

能であること

（ウ） 試料移動量：X 及び Y 方向において±1mm、Z:±0.2mm の範囲、又はそれを含む範囲で可変であること

（エ） 試料抑え部近傍が軽元素分析に適した設計である（試料抑え部近傍がベリリウム等で作成されているなど）元素分析用二軸傾斜ホルダーが装備されていること。元素分析用二軸傾斜ホルダー保管用のデシケータが付属すること

（オ） 試料交換：エアロック方式であること。自動予備排気方式であること

（カ） 試料汚染防止装置が組み込まれていること

（キ） 駆動方式：試料移動（X、Y、Z）試料傾斜（α、β）全てがモーター駆動方式であること。また、試料移動速度・傾斜速度が可変であること。

（ク） 高倍率（50 万倍以上）における試料の微小移動に関して、十分な操作性が確保されていること

カ　観察室・カメラ室

（ア） 蛍光板（観察領域 150mmϕ以上）等によるリアルタイムの観察が可能であること

（イ） 透過ビームストッパー：組みこまれていること

（ウ） 小蛍光板：蛍光板による観察が可能な場合、組みこまれていること

（エ） 双眼ルーペ：蛍光板による観察が可能な場合、組みこまれていること

（オ） CCD カメラによる TEM 像、格子像等の高解像画像取得が可能となっていること

（カ） CCD カメラマウント位置：ボトムマウント方式であること。複数台 CCD カメラをシステム内に設置する場合、そのうちの 1 台は必ずボトムマウント位置に設置されていること。

（キ） ボトムマウント CCD カメラ画素数：4000 x 2600 pixels 以上の画素数に対応していること

（ク） ボトムマウント CCD カメラ検出器有効面積：36 mm x 24 mm 以上であること

（ケ） ボトムマウント CCD カメラ方式：ファイバーカップリング方式であること

（コ） CCD カメラによる電子線回折図形取得：高精度の解析が可能な制限視野回折図形、収束電子線回折図形、ナノビーム回折図形が取得・保存可能であること。その際、システムの最高加速電圧下における電子線回折図形取得・撮影に用いる CCD カメラに対して、十分な素子損傷対策が施されていること（レンズカップリング方式の CCD カメラを用いるなど）。電子線回折図形の取得に用いる CCD カメラ画素数は 2048 x 2048 pixels 以上、CCD カメラ検出器有効面積は 15 mm x 15mm 以上であること

キ　操作盤および本体制御系コンピューター・GUI

（ア） 全般：「４（１）ア」、「４（１）イ」、「４（１）ウ」、「４（１）エ」および「４（１）オ」にて要求された仕様が操作盤あるいはGUIで問題なく確認・操作・機能出来るスペックであること

（イ） 装置の排気制御状態（バルブの開閉状態を含む）、カラム室・試料室・カメラ室等の真空度の確認がGUI上で可能であること

（ウ） 試料への電子線照射のON/OFF、試料位置・傾斜角のイニシャライズなどの制御を操作盤あるいはGUI上、またはその両方で行えること

（エ） 電子銃タイプがLaB_6直流加熱方式の場合、加速電圧のON/OFF、加速電圧の設定・昇圧及び降圧・フィラメントの飽和度などを操作盤又はGUI上、またはその両方で設定・制御可能であること

（オ） スポットサイズ、レンズモード等を操作盤又はGUI上、またはその両方で常に確認・制御出来ること

（カ） GUI 上で試料位置（傾斜角を含む）・位置情報のリアルタイム表示が可能であること

（キ） 電子線モード（TEM モード、低倍観察モード、制限視野電子線回折モード、元素分析モード、収束電子回折モード、ナノプローブ電子線回折モード）の切り替えが操作盤又はGUI上、またはその両方で設定・制御可能であること

（ク） コンピュータータイプ：デスクトップ型

（ケ） OS：米国マイクロソフト社のWindows 7相当以上のOSであること

（コ） CPU：Intel Xeon E5-1620v2 1.80GHz相当以上の性能であること

（サ） メインメモリ：4GB 以上であること

（シ） ハードディスク：500GB以上であること

（ス） ディスプレイ：VA方式19インチTFT液晶ディスプレイ(1280 x 1024画素)以上であること

（セ） 外部記憶装置：書きこみ可能な DVD-R/CD-R スーパーマルチドライブを有していること

（ソ） その他付属機器：マウス、キーボード、イーサネット（必要な場合）、USB出力端子を付属していること

（タ） PC が何らかの要因で停止しても本体真空系の稼働が継続出来る仕様となっていること。また、本体システム稼働に関する重要かつ基本的な操作がPCの停止状態でも本体の操作盤等で可能であること

ク デジタルCCDカメラ用ソフトウエア

（ア） 全般：「４（１）カ（オ）」「４（１）カ（カ）」「４（１）カ（キ）」「４（１）カ（ク）」「４（１）カ（ケ）」「４（１）カ（コ）」にあるCCDのカメラ性能が十分に発揮出来るソフトウエアであること

（イ） 画像記録、画質調整、FFT機能を有していること

（ウ） 画像記録、画質調整、FFT 結果をソフトウエア上で保存・編集・読み込み可能であること。上記データをデジタルファイルとして USB 経由で外部へ出力が可能であること

（エ） 複数台の CCD カメラが設置されている場合：制御カメラの切り替えがソフトウエア上で可能であること

ケ デジタル CCD カメラ制御用 デスクトップコンピュータ

（ア） 全般：「４（１）ク デジタル CCD カメラ用ソフトウエア」が問題なく動作できるスペックであること。「４（１）カ（オ)」「４（１）カ（カ)」「４（１）カ（キ)」「４（１）カ（ク)」「４（１）カ（ケ)」「４（１）カ（コ)」にある CCD のカメラの制御に十分であり、かつその性能を問題なく発揮できること

（イ） 画像記録、画質調整、FFT データをデジタルファイルとして USB 経由で外部へ出力が可能であること

（ウ） 複数台の CCD カメラが設置されている場合：カメラの制御・切り替えに対応可能であること

（エ） コンピュータータイプ：デスクトップ型

（オ） OS：米国マイクロソフト社 Windows 7 (64 ビット)相当以上の OS であること

（カ） CPU：Intel Xeon E5-2620v2 2.10GHz ×2　相当以上であること

（キ） メインメモリ：16GB 以上であること

（ク） ハードディスク：2TB 以上であること

（ケ） ディスプレイ： 24 インチ TFT カラー液晶ディスプレイ以上であること

（コ） 外部記憶装置：書きこみ可能な DVD-R/CD-R スーパーマルチドライブを有していること

（サ） その他付属機器：マウス、キーボード、IEEE 1394b/1394a（必要な場合)、イーサネット（必要な場合)、USB 出力端子を付属していること

コ　安全装置

（ア） 真空度低下、断水、停電、漏洩電流等に対する保護機能（安全装置）が組みこんであること

カ　省エネルギーモード

（ア）ショットキータイプ電界放出型電子銃を有するシステムの場合、試料観察を行わない待機時等に消費電力を低減するモードを有すること

（２）エネルギー分散型 X 線分析装置

ア　EDS（Energy Dispersive X-ray Spectrometer、エネルギー分散形 X 線）検出器

（ア） 検出器の挿入・排出が可能であること（検出器が 1 つの場合）

（イ） 複数の元素の同時定性分析が可能であること
（ウ） 検出器タイプ：シリコンドリフト型であること
（エ） 動作に際し液体窒素での冷却が不要であること
（オ） 立体角：0.2sr 以上であること（検出器が 1 つの場合）
（カ） 取り出し角：21.3° 以上あること（検出器が 1 つの場合）
（キ） 検出可能元素：B から U を含む範囲であること
（ク） 分解能：136eV、またはそれより優れていること
（ケ） 有効検出面積：30mm² 以上であること（検出器が 1 つの場合）
（コ） 検出器を複数設置する場合、 1 検出器あたりの有効検出面積は 30mm² 以上、全体の立体角は 0.9sr 以上であること。更に試料のα傾斜±25° の範囲で最大カウントレートの 75%以上を維持していること。
（サ） ドリフト補正機能：TEM 本体と連動したドリフト補正機能が組み込まれており、長時間マッピングおよび自動多点分析が精密に行えること

イ　元素分析用ソフトウエア
（ア） スタンダードレス法による定量分析が可能であること。システムに STEM 装置が組み込まれている場合はクリフ・ロリマー補正による定量分析が可能であること
（イ） 複数の元素の同時定性分析が可能であること
（ウ） 自動定性分析が可能であること。手動での検出元素の設定と併用出来ること
（エ） 測定時間を自動・手動の両方で決定できること
（オ） 測定・解析結果のレポート作成機能があること
（カ） 観察視野内で設定した測定領域に関して元素マップの作成が可能であること
（キ） 測定・解析結果のデータ保存及び出力機能があること

ウ　制御・データ処理用デスクトップコンピュータ
（ア） 全般：「４（２）イ　元素分析用ソフトウエア」が問題なく動作でき、必要な測定･解析を十分行え､「４（２）ア　EDS（Energy Dispersive X-ray Spectrometer、エネルギー分散形 X 線）検出器」の性能が十分に発揮出来るスペックであること
（イ） 元素分析用ソフトウエアが保存したデジタルデータを USB 経由でファイルデータの形で外部メディアに出力可能であること
（ウ） コンピュータータイプ：デスクトップ
（エ） OS：米国マイクロソフト社の Windows 7 相当以上の OS であること
（オ） CPU：Intel Xeon E5-1603 2.80GHz 相当以上であること
（カ） メインメモリ：4GB 以上であること
（キ） ハードディスク：500GB 以上であること

（ク） ディスプレイ： 23 インチ TFT カラー液晶ディスプレイ(1920 x 1080 画素)以上であること

（ケ） 外部記憶装置:書きこみ可能な BD-R/DVD-R/CD-R スーパーマルチドライブを有していること

（コ） その他付属機器：マウス、キーボード、イーサネット（必要な場合）、USB 出力端子を付属していること

（3）ウルトラミクロトーム

ア　ウルトラミクロトーム本体

（ア） 厚さ設定：1nm～15μm の範囲、又はこれを含む範囲で可変であること。これらの設定がタッチパネル式のコントローラー上で可能であること

（イ） 試料送り（全送り量）：最大で 200μm 以上であること。試料送り量の設定がタッチパネル式のコントローラー上で可能であること

（ウ） ナイフステージ（全移動量）：最大で 10mm 以上であること。移動量の設定がタッチパネル式のコントローラー上で可能であること

（エ） 実体顕微鏡による試料・ナイフ位置の確認が可能であること

（オ） 試料ホルダー：一般用（万能）試料ホルダーおよび平板試料ホルダーが付属していること

（4）ディンプルグラインダー

ア　ディンプルグラインダー本体

（ア） 試料サイズ：3mmϕの試料に対応すること。初期試料厚さ 100μm 以上に対応可能であること

（イ） くぼみ部の試料最小厚さが 10μm まで対応可能であること

（ウ） 試料送り機構：荷重制御であること。荷重は 0～40g またはそれを含む範囲で可変であること

（エ） 回転機構の制御：試料台が 10rpm を含む一定の速度で回転可能であること。試料研磨ホイールの回転数が 0～500rpm またはそれ以上の範囲で可変であること

（オ） 光学顕微鏡等による研磨位置・研磨状態の確認が可能であること

（5）排気装置

ア　排気能力等

（ア） 全自動排気システムであること

（イ） ショットキータイプ電界放出型の電子銃を用いたシステムである場合、停電時、電子銃真空度を維持するための真空ポンプ用無停電電源を有すること

（６）冷却水循環装置

ア　冷却水循環装置

（ア） 冷却対象：透過電子顕微鏡システムが要求する冷却仕様を十分に満足すること

（イ） 温度安定度：±0.1℃以内であること。かつ、保証分解能が安定して維持出来る温度精度であること

５　付属品

（１）保守点検・調整等に必要な工具類、標準付属品　一式

（２）取扱説明書（日本語版）　２部

６　納入条件

（１）運搬・据え付け、装置設置場所の環境設備（振動・荷重対策を含めた基礎工事・電磁場対策工事（必要な場合）・電気工事・水工事・機器セットアップなど）等、装置が正常に作動するために必要な事項を全て行い、納入時には、装置が全ての機能を満足して正確且つ完全に作動し、直ちに使用が可能であること

（２）設置場所については、事前に現地確認し、振動・電磁場測定を行い、振動・磁場が装置に与える影響に関する分析結果を報告書の形で本学担当者に提出すること

（３）（２）の結果必要と判断された場合は、床工事、アクティブ除振台の設置、磁場キャンセラの設置等を行い、本装置が本学の平時環境下での観察において仕様を満足する性能でかつ安定に動作することを確認すること

（４）環境整備に必要な工事等は平成２７年９月１日から平成２７年１１月１３日の間に行い、完了すること

（５）装置の納入作業は６（４）の環境整備工事後、原則平成２７年１１月１８日以降に開始すること

（６）装置の正常な動作に必要なケーブル、コネクタ等はすべて用意すること

（７）装置の始動に必要なドライ窒素・冷却水等はすべて用意すること

（８）労働安全衛生法などに規定される安全対策設備・警告表示などを行うこと

（９）交換用の電子銃用チップ 1 本を付属すること。また、当該部品の交換は無償で行うこと

７　検収

本仕様書に基づき、装置の構成と物品及び全ての機能が満足して作動することを確認後、検収する。検収に必要な消耗品類は用意すること。

８　納入場所

富山県立大学研究棟１階 精密測定室（Ｅ１２１号室）

富山県射水市黒河 5180

９　納入期限

平成２７年１２月２８日

10　その他

（１）研修

・装置について、本学職員 2 名以上に対して導入時教育を無償で実施すること

（２）保証期間

・保証期間は、検収完了後 1 年間とする。

・保証期間中に装置の制御、分析、解析に使用するソフトウエアのバージョンアップがあった場合、無償でバージョンアップに対応すること

・保証期間中に本学の過失によらないトラブル、故障が発生した場合は、無償で修理すること。ただし、装置の機構上及び材質上などに起因する重大な故障については、保証期間後であっても、無償で修理を行うこと

（３）費用

・搬入、設置、調整、導入時研修等の費用を全て含むものとする。

（４）その他

・本装置に要求される前述の仕様項目および保守サービスを満たす物品を納入できることを証明する資料を提出すること

・本仕様書に基づく性能を有した装置については、既に市場で評価されていることが望ましいが、要求する性能を満たすためにやむを得ず構成部品の開発・改造が必要とされる場合については、そのスケジュールを明記した資料を提出すること。なお、本仕様書の項目に関して必要と認められる場合にあっては、追加資料の提出を要求する場合があるので、速やかに対処すること

・保証期間に関係なく、技術的な質問に対して速やかに応じられる体制（2 営業日以内）が日本国内で整えられていること

・保守点検、故障時の復旧作業等に必要な部品の調達については、装置や構成する機器類の運用に支障をきたさない確実な部品供給体制を有していること

・詳細不明な点については、富山県立大学担当職員と速やかに打ち合わせること

担当者名：富山県立大学 工学部 機械システム工学科　鈴木真由美

（TEL：0766-56-7500（内線 422）　FAX：0766-56-6131）